

ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP. HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN



UIT
TRƯỜNG ĐẠI HỌC
CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

BÁO CÁO THỰC HÀNH

MÔN CS106 – TRÍ TUỆ NHÂN TẠO

BT2 - Heuristics & A* search

Giảng viên hướng dẫn: Thầy Lương Ngọc Hoàng

Sinh viên thực hiện: Trần Ngọc Thiện

MSSV: 21521465

TP. HỒ CHÍ MINH, Tháng 3 Năm 2024

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal dashed lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, providing a guide for handwriting practice. There are no other markings or text on the page.

Người nhận xét

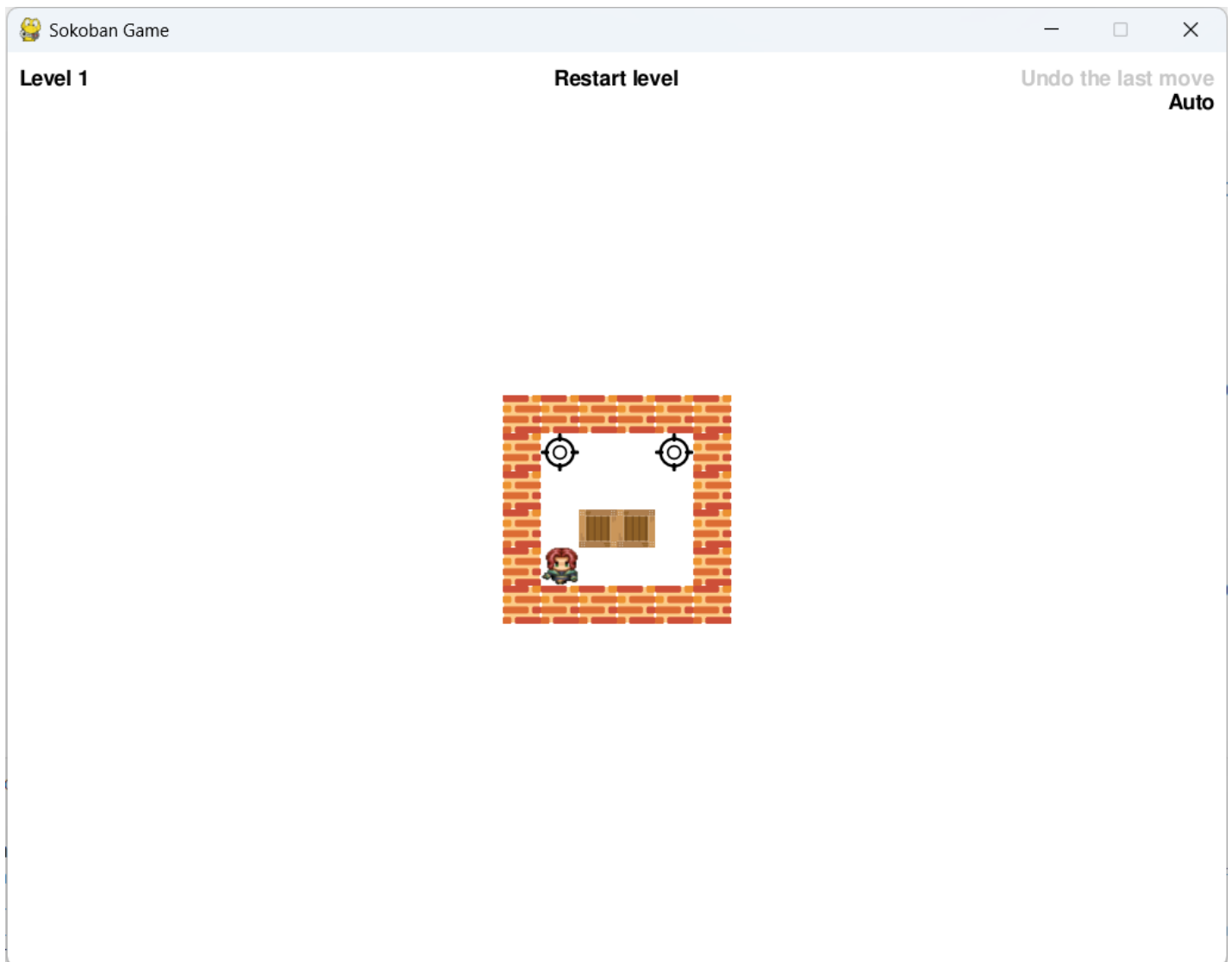
CS106.021

Mục lục

Mô tả bài toán	4
Kết quả.....	6
1. UCS.....	6
2. A* (heuristic mặc định)	7
3. A* (heuristic tự thiết kế).....	8
4. So sánh.....	9
a. Thời gian.....	9
b. Số node đã mở	10
Kết luận	10

Mô tả bài toán

Sokoban là trò chơi dạng câu đố trong đó người chơi phải đẩy một số khối hộp vượt qua chướng ngại vật để đến đích. Trò chơi có dạng bảng ô vuông. Có một số khối hộp được đẩy đến đích (số ô đích đúng bằng số khối hộp). Chỉ có thể đẩy từng khối hộp một, và không thể kéo, cũng như không thể đẩy một dãy hai hay nhiều hộp.



Bài toán tìm lời giải cho sokoban được mô hình hóa như sau:

- Không gian trạng thái chứa tất cả tổ hợp vị trí của nhân vật và các khối hộp.

- Mỗi trạng thái là một tổ hợp vị trí của nhân vật và các khối hộp.
- Trạng thái khởi đầu là tổ hợp vị trí của nhân vật và các khối hộp ban đầu của màn chơi.
- Trạng thái kết thúc là tổ hợp vị trí của nhân vật và các khối hộp mà trong đó vị trí mỗi hộp trùng với vị trí một ô đích.
- Successor function: cập nhật vị trí nhân vật và các khối hộp
 - Hành động (action): di chuyển nhân vật về 1 trong 4 hướng lên (up, u), xuống (down, d), trái (left, l), phải (right, r) với cự li 1 ô; nếu tồn tại khối hộp tại đích thì di chuyển khối hộp đó 1 ô theo cùng hướng di chuyển của nhân vật.
 - Chi phí (cost) (với uniform cost search): chi phí đường đi là số bước đi không dịch chuyển hộp.
 - Heuristic mặc định: tổng khoảng cách giữa các hộp tới đích tương ứng.
 - Heuristic tự thiết kế: tổng các khoảng cách giữa từng hộp đến đích gần nó nhất.
- Các hành động hợp lệ khi:
 - Với hành động không dịch chuyển hộp: vị trí đích đến của nhân vật không có chướng ngại (tường)
 - Với hành động có dịch chuyển hộp: vị trí đích đến của hộp không có chướng ngại (tường, hộp khác)
- Output bài toán: lời giải cho màn chơi (tổ hợp các hành động theo thứ tự để biến đổi từ trạng thái khởi đầu đến trạng thái kết thúc).

Kết quả

1. UCS

Level	Thời gian (giây)	Số node đã mở	Lời giải
1	0.08	721	[r', 'U', 'R', 'd', r', 'U', 'U', 'T', 'L', 'd', 'T', 'U']
2	0.01	65	['U', 'U', 'd', 'd', r', r', r', 'U', 'U']
3	0.13	510	['L', r', 'd', r', 'd', 'd', 'D', 'L', 'd', 'T', 'T', 'U', 'U', 'd', 'R']
4	0	56	['T', 'T', 'T', 'd', 'R', 'R', 'R']
5	103.93	357204	['u', 'T', 'u', 'R', 'R', 'd', r', 'U', 'U', 'U', 'd', 'T', 'L', 'U', 'd', 'L', 'd', 'T', 'U', 'U']
6	0.02	251	['d', 'T', 'T', 'u', 'R', 'd', r', 'U', 'U', 'U', 'd', 'd', r', r', 'u', 'u', 'u', 'T', 'L']
7	0.79	6047	['L', 'U', 'U', 'U', 'T', 'u', 'R', 'd', 'd', 'd', 'd', 'L', 'd', 'T', 'U', 'U', 'U', 'U', 'T', 'u', 'R']
8	0.3	2384	['T', 'T', 'D', 'D', 'D', 'D', 'D', 'D', 'T', 'd', 'd', 'd', r', r', 'u', 'u', 'L', 'u', 'u', 'u', 'u', 'u', 'u', 'r', r', 'd', 'L', 'u', 'T', 'D', 'D', 'D', 'D', 'D', 'D', 'T', 'T', 'T', 'd', 'd', r', r', 'U', 'd', 'T', 'T', 'u', 'u', r', 'R', 'd', 'd', 'd', r', r', 'u', 'u', 'L', 'U', 'U', 'U', 'U', 'U', 'U', 'T', 'u', 'R', 'd', 'd', 'd', 'd', 'd', 'd', 'd', 'r', 'd', 'd', 'T', 'T', 'u', 'U', 'd', 'T', 'T', 'u', 'u', r', 'R', 'd', r', 'U', 'U', 'U', 'U', 'U', 'U']
9	0.01	75	['d', 'T', 'U', 'd', 'T', 'T', 'U', 'R']
10	0.02	219	['d', 'T', 'U', r', r', r', 'd', 'L', 'u', 'T', 'T', 'd', 'd', r', 'U', 'T', 'u', 'R', 'u', 'u', 'T', 'D', r', 'd', 'd', r', r', 'u', 'L', 'd', 'T', 'U', 'U']
11	0.13	1226	[r', r', 'D', 'u', 'T', 'T', 'd', 'R', 'R', 'u', r', 'D', r', 'd', 'd', 'T', 'T', 'U', 'R', 'u', 'u', 'T', 'D']
12	0.26	2343	['d', r', r', 'd', r', r', 'u', 'L', 'L', 'u', 'u', r', 'D', 'D', 'u', 'T', 'T', 'T', 'd', 'R', 'T', 'd', 'd', r', r', 'u', 'U', r', r', 'd', 'L']
13	0.13	1226	[r', r', 'D', 'u', 'T', 'T', 'd', 'R', 'R', 'u', r', 'D', r', 'd', 'd', 'T', 'T', 'U', 'R', 'u', 'u', 'T', 'D']
14	4.46	26353	['u', 'T', 'T', 'D', 'L', 'd', 'R', 'u', 'u', r', r', 'd', 'L', 'L', r', r', 'd', 'd', 'T', 'U', r', 'u', 'L']
15	0.47	2506	[r', 'd', 'd', 'L', r', 'u', 'u', 'T', 'D', 'T', 'D', 'D', 'D', r', 'd', 'L', 'L', 'd', 'T', 'T', 'u', 'R', 'u', 'R', 'T', 'd', 'd', r', 'U', r', 'U', 'U', 'U', 'T', 'u', 'R', 'R', 'R', 'd', 'L', 'u', 'T', 'D', 'D', 'D', r', 'd', 'L', 'L', 'd', 'T', 'T', 'u', 'R', 'u', 'R', 'T', 'd', 'd', r', 'U', r', 'U', 'U', 'U', 'T', 'u', 'R', 'd', 'd', 'd', 'd', 'T', 'T', 'u', 'R', 'd', r', 'U', 'U', 'U', r', r', 'u', 'u', 'T', 'D', r', 'd', 'L', 'u', 'L', 'D', 'D', 'D', r', 'd', 'L', 'L', 'u', 'T', 'D', r', 'd', 'L']

16	23.48	57276	['R', 'u', 'r', 'r', 'd', 'd', 'd', 'd', 'l', 'D', 'R', 'u', 'u', 'u', 'u', 'L', 'L', 'L', 'r', 'd', 'R', 'D', 'r', 'd', 'd', 'l', 'L', 'd', 'l', 'l', 'U', 'U', 'd', 'R']
17			Không tìm được
18			Không tìm được

2. A* (heuristic mặc định)

Level	Thời gian (giây)	Số node đã mở	Lời giải
1	0.01	41	['r', 'U', 'U', 'd', 'R', 'd', 'r', 'U', 'U', 'l', 'u', 'L']
2	0	44	['U', 'U', 'd', 'd', 'r', 'r', 'r', 'U', 'U']
3	0.01	40	['L', 'r', 'd', 'r', 'd', 'd', 'D', 'L', 'd', 'l', 'l', 'U', 'U', 'd', 'R']
4	0	30	['l', 'l', 'l', 'd', 'R', 'R', 'R']
5	0.12	544	['u', 'r', 'u', 'L', 'd', 'l', 'U', 'U', 'R', 'U', 'd', 'R', 'd', 'r', 'U', 'U', 'l', 'l', 'L', 'd', 'l', 'U']
6	0.02	209	['d', 'l', 'l', 'u', 'R', 'd', 'r', 'U', 'U', 'U', 'd', 'd', 'r', 'r', 'u', 'u', 'u', 'l', 'L']
7	0.12	888	['L', 'U', 'U', 'U', 'l', 'u', 'R', 'd', 'd', 'd', 'd', 'L', 'd', 'l', 'U', 'U', 'U', 'U', 'l', 'u', 'R']
8	0.33	2353	['l', 'l', 'D', 'D', 'D', 'D', 'D', 'D', 'l', 'd', 'd', 'd', 'r', 'r', 'u', 'u', 'L', 'u', 'u', 'u', 'u', 'u', 'u', 'r', 'r', 'd', 'L', 'u', 'l', 'D', 'D', 'D', 'D', 'D', 'D', 'l', 'l', 'l', 'd', 'd', 'r', 'r', 'U', 'd', 'l', 'l', 'u', 'u', 'r', 'R', 'd', 'd', 'd', 'r', 'r', 'u', 'u', 'L', 'U', 'U', 'U', 'U', 'U', 'U', 'l', 'u', 'R', 'd', 'd', 'd', 'd', 'd', 'd', 'd', 'r', 'd', 'd', 'l', 'l', 'u', 'U', 'd', 'l', 'l', 'u', 'u', 'r', 'R', 'd', 'r', 'U', 'U', 'U', 'U', 'U', 'U']
9	0.01	32	['d', 'l', 'U', 'd', 'l', 'l', 'U', 'R']
10	0.02	199	['d', 'l', 'U', 'r', 'r', 'r', 'd', 'L', 'u', 'l', 'l', 'd', 'd', 'r', 'U', 'l', 'u', 'R', 'u', 'u', 'l', 'D', 'r', 'd', 'd', 'r', 'r', 'u', 'L', 'd', 'l', 'U', 'U']
11	0.03	285	['r', 'D', 'l', 'd', 'd', 'r', 'r', 'r', 'u', 'u', 'L', 'L', 'r', 'r', 'd', 'd', 'l', 'l', 'U', 'd', 'r', 'r', 'u', 'u', 'l', 'u', 'l', 'l', 'D', 'R', 'd', 'd', 'l', 'U']
12	0.07	599	['r', 'r', 'D', 'u', 'l', 'l', 'd', 'R', 'R', 'u', 'r', 'D', 'r', 'd', 'd', 'l', 'l', 'U', 'R', 'u', 'u', 'l', 'D']
13	0.22	1649	['d', 'r', 'r', 'd', 'r', 'r', 'u', 'L', 'L', 'u', 'u', 'r', 'D', 'D', 'u', 'l', 'l', 'l', 'd', 'R', 'l', 'd', 'd', 'r', 'r', 'u', 'U', 'r', 'r', 'd', 'L']
14	1.58	8894	['u', 'l', 'l', 'D', 'L', 'd', 'R', 'u', 'u', 'r', 'r', 'd', 'L', 'L', 'r', 'r', 'd', 'd', 'l', 'U', 'r', 'u', 'L']
15	0.46	2249	['r', 'd', 'd', 'L', 'r', 'u', 'u', 'l', 'D', 'l', 'D', 'D', 'D', 'r', 'd', 'L', 'L', 'd', 'l', 'l', 'u', 'R', 'u', 'R', 'l', 'd', 'd', 'r', 'U', 'r', 'U', 'U', 'U', 'U', 'l', 'u', 'R', 'R', 'R',

			'R', 'l', 'd', 'd', 'r', 'r', 'u', 'U', 'r', 'r', 'd', 'L']
14	3.53	16312	['u', 'l', 'l', 'D', 'L', 'd', 'R', 'u', 'u', 'r', 'r', 'd', 'L', 'L', 'r', 'r', 'd', 'd', 'l', 'U', 'r', 'u', 'L']
15	0.49	2332	['r', 'd', 'd', 'L', 'r', 'u', 'u', 'l', 'D', 'l', 'D', 'D', 'D', 'r', 'd', 'L', 'L', 'd', 'l', 'l', 'u', 'R', 'u', 'R', 'l', 'd', 'd', 'r', 'U', 'r', 'U', 'U', 'U', 'l', 'u', 'R', 'R', 'R', 'd', 'L', 'u', 'l', 'D', 'D', 'D', 'r', 'd', 'L', 'L', 'd', 'l', 'l', 'u', 'R', 'u', 'R', 'l', 'd', 'd', 'r', 'U', 'r', 'U', 'U', 'U', 'l', 'u', 'R', 'd', 'd', 'd', 'd', 'l', 'l', 'u', 'R', 'd', 'r', 'U', 'U', 'U', 'r', 'r', 'u', 'u', 'l', 'D', 'r', 'd', 'L', 'u', 'L', 'D', 'D', 'D', 'r', 'd', 'L', 'L', 'u', 'l', 'D', 'r', 'd', 'L']
16	4.54	9654	['R', 'u', 'r', 'r', 'd', 'd', 'd', 'd', 'l', 'D', 'R', 'u', 'u', 'u', 'u', 'L', 'L', 'L', 'r', 'd', 'R', 'D', 'r', 'd', 'd', 'l', 'L', 'd', 'l', 'l', 'U', 'U', 'd', 'R']
17			Không tìm được
18			Không tìm được

4. So sánh

a. Thời gian

Level	UCS	A* (heuristic cũ)	A* (heuristic mới)
1	0.08	0.01	0.02
2	0.01	0	0.01
3	0.13	0.01	0.02
4	0	0	0
5	103.93	0.12	0.38
6	0.02	0.02	0.02
7	0.79	0.12	0.21
8	0.3	0.33	0.38
9	0.01	0.01	0
10	0.02	0.02	0.02
11	0.13	0.03	0.03
12	0.26	0.07	0.1
13	0.13	0.22	0.27
14	4.46	1.58	3.53
15	0.47	0.46	0.49
16	23.48	0.75	4.54
17	Không tìm được	Không tìm được	Không tìm được
18	Không tìm được	Không tìm được	Không tìm được

b. Số node đã mở

Level	UCS	A* (heuristic cũ)	A* (heuristic mới)
1	721	41	83
2	65	44	44
3	510	40	114
4	56	30	30
5	357204	544	1341
6	251	209	209
7	6047	888	1368
8	2384	2353	2390
9	75	32	29
10	219	199	213
11	1226	285	289
12	2343	599	751
13	1226	1649	1958
14	26353	8894	16312
15	2506	2249	2332
16	57276	2161	9654
17	Không tìm được	Không tìm được	Không tìm được
18	Không tìm được	Không tìm được	Không tìm được

Kết luận

- Thuật toán A* chạy nhanh hơn và cần mở ít node hơn USC trong đa số các trường hợp.
- Thuật toán A* sử dụng hàm heuristic mới chạy chậm hơn và cần mở nhiều node hơn A* sử dụng hàm heuristic cũ trong đa số các trường hợp -> Hàm heuristic cũ tốt hơn.
- Do hàm heuristic được dùng có tính lạc quan nên thuật toán A* sẽ luôn tìm được giải pháp tối ưu nếu có.